الـــذرّة والتنمية

نشرة علميـة إعلاميـة تصدرها الهيئـة العربيـة للطاقـة الذريـة

العدد الثاني عشر • المجلد الثاني • كانون الاول / ديسمبر 1990

دور الطاقة الذرية في تنمية المجتمع

تأثيـرات الأسلحـة النـوويـة

القسم الثاني : الاسس العلمية للتفجيرات النووية

1 ــ طاقة الانشطار :

إن النقطة الهامة في انشطار ذرة يورانيوم (أو بلوتونيوم) عند قذفها بنترون ، بجانب انتاج كمية كبيرة من الطاقة ، هي أن عملية الإنشطار تكون مصحوبة بانبعاث تلقائي لنترونين أو أكثر ، كما في المعادلة التالية :

يورانيوم 235
نترون + أو يورانيوم 233 ⟵ نواتج انشطار + 2 أو 3 (1)
أو بلوتونيوم 239 نترونات + طاقة

وبمقدور النترونات الناتجة عن الانشطار في هذه الحالة إحداث إنشطار في نوى أخرى من اليورانيوم (أو البلوتونيوم) ، ويؤدي كل واحد من هذه الانشطارات إلى انبعاث نترونات جديدة تقوم بدورها بشطر ذرات جديدة وهكذا دواليك ... وبناء على ذلك فإنه بمقدور نترون واحد ، من حيث المبدأ ، أن يبدأ سلسلة انشطارات نووية مما يؤدي إلى ازدياد عدد النوى المعرضة للانشطار وازدياد الطاقة الناتجة بمعدل كبير جداً ، كما هو موضح في أدناه .

تنشطر نوى ذرات اليورانيوم (أو البلوتونيوم) إلى جزئين لكل منها بطرق شتى إلّا أن الطاقة الكلية المحررة نتيجة الانشطار الواحد تبقى ثابتة تقريبا . وتبلغ هذه الطاقة في المتوسط 200 مليون الكترون فولت (200 Me V) ، ويعادل المليون الكترون فولت من الطاقة مقدار 1.6×10^{-6} إرغ (erg) أو 1.6×10^{-13} جول (joule) . ويبين الجدول (1) كيفية توزيع طاقة الانشطار على النواتين الناتجتين من الانشطار وعلى الاشعاعات المختلفة المصاحبة لعملية الانشطار .

الجدول (1)
توزيع طاقة الانشطار

	الطاقة (Mev)
طاقة حركة للنواتين الناتجتين عن الانشطار	165 ± 5
طاقة لأشعة جاما المنبعثة لحظة الانشطار	7 ± 1
طاقة حركة للنترونات المنبعثة أثناء الانشطار	5 ± 0.5
جسيمات بيتا المنبعثة من نواتج الانشطار	7 ± 1
طاقة أشعة جاما المنبعثة من نواتج الانشطار	6 ± 1
جسيمات النترونات المنبعثة من نواتج الانشطار	10
الطاقة الكلية لكل عملية انشطار	200 ± 6

وتنطبق القيم المبنية في الجدول (1) بشكل تقريبي على انشطار اليورانيوم 235 واليورانيوم 233 والبلوتونيوم 239 ، وهي العناصر الثلاثة المعروفة التي تتصف بثبات كافٍ يجعل تخزينها ممكناً دون الخوف من انحلالها ولديها قابلية الانشطار عند قذفها بنترونات بطاقات مختلفة . وهي العناصر الوحيدة المستخدمة للحصول على تفاعل انشطاري متسلسل . أما اليورانيوم 238 والثوريوم 232 الموجودة بوفرة في الطبيعة فإنها لا تنشطر عند قذفها بالنترونات إلا إذا كانت طاقة النترون عالية ، لذلك فإن هذين العنصرين لا يستطيعان المحافظة على تفاعل انشطاري متسلسل . من ناحية أخرى فإن توزيع طاقة الانشطار لهذين العنصرين يماثل توزيعها في انشطار العناصر الثلاثة السابقة كما في الجدول (1) .

عند حدوث انفجار نووي فإن جزءاً من طاقة الانشطار يكون متوفراً على الفور ، وهذا يشمل طاقة الحركة لنواتج الانشطار ومعظم طاقة أشعة جاما اللحظية (المنبعثة لحظة الانفجار) ، التي تتحول إلى أشكال أخرى من الطاقة داخل السلاح المتفجر ، إضافة إلى معظم طاقة الحركة للنترونات . غير أن ذلك الجزء يشمل قسماً صغيراً من طاقة الانحلال لنواتج الانشطار . وهناك بعض التعويض من الطاقة المتحررة نتيجة للتفاعلات التي تقوم بعض مخلفات السلاح النووي المتفجر فيها بانتزاع النترونات ، لذلك فإن الطاقة المتوفرة على الفور نتيجة كل انشطار نووي للنواة تساوي 180 Mev تقريبا . وهناك 6.02×10^{23} نواة في كل 235 غرام من اليورانيوم 235 (أو في 239 غرام من البلوتونيوم 239) ، وباستخدام المكافئ الحراري للكيلوطن الواحد من مادة تي إن تي البالغ 10^{12} سعرة حرارية فإننا نحصل على قيم الطاقة المبينة في الجدول (2) لطاقة الانفجار الخاصة بأنسين من المواد الانشطارية (أي 57 غرام أو 0.057 كيلوغرام) .

الجدول (2)
مكافئات الطاقة للكيلوطن الواحد
من مادة تي إن تي

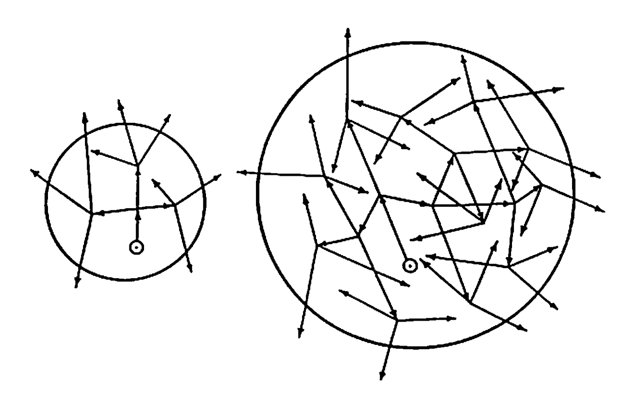
انشطار 57 غرام من مادة انشطارية بشكل كامل اي انشطار 1.45×10^{23} نواة	4.18×10^{12} جول	10^{12} سعرة حرارية
		2.6×10^{25} مليون الكرتون فولت
		4.18×10^{19} إرغ
		1.16×10^{6} كيلوواط ساعة
		3.97×10^{9} وحدة حرارية بريطانية

2 ــ الكتلة الحرجة لتفاعل انشطاري متسلسل :

مع أنه ينتج نترونان أو ثلاثة في كل تفاعل نووي انشطاري ، إلا أن هذه النترونات لا تكون جميعها متوفرة لاحداث انشطارات نووية جديدة . فبعضها يفقد عن طريق الهرب وبعضها الآخر يفقد عن طريق تفاعلات أخرى غير انشطارية . ولضمان المحافظة على تفاعل انشطاري متسلسل ، يطلق الطاقة باستمرار ، فإنه يجب توفر نترون واحد على الأقل نتيجة كل انشطار نووي يكون مخصصا لإحداث انشطار جديد . وإذا كانت شروط التفاعل بحيث أن معدل فقدان النترونات يفوق معدل انتاجها ، نتيجة للتفاعل الانشطاري ، فإن التفاعل المتسلسل لا يكون قادراً على الاستمرار التلقائي ولا بد من امداده بالنترونات من مصدر خارجي لكي يستمر . وفي هذه الحالة ينتج بعض الطاقة إلا أنها لا تكون كبيرة بما فيه الكفاية ، ولا يكون معدل انتاجها سريعاً بما يكفي لاحداث انفجار فعّال . يتضح مما تقدم أنه من الضروري إيجاد ظروف ملائمة يكون فقدان النترونات فيها أقل ما يمكن لضمان الحصول على تفاعل انشطاري متسلسل ومستمر . وفي هذا الخصوص ، فإن أهم عامل يجب أخذه في الحسبان هو النترونات الهاربة من المادة التي يحدث فيها الانشطار .

يحدث هروب النترونات من السطح الخارجي لمادة اليورانيوم أو البلوتونيوم ، ويعتمد معدل هروب النترونات بالتالي على المساحة السطحية للمادة . من جهة أخرى ، تتم عملية الانشطار ، التي تولد نترونات إضافية ، داخل جسم المادة ويعتمد معدل توليدها على كتلة المادة . وبزيادة كتلة المادة المنشطرة ، مع المحافظة على ثبات كثافتها ، فإن النسبة بين المساحة السطحية والكتلة تنقص ؛ وبالتالي فإن النسبة بين فقدان النترونات عن طريق الهرب وتوليدها عن طريق الانشطار تنقص أيضا . ويمكن الوصول إلى نفس النتيجة عن طريق المحافظة على كتلة ثابتة ولكن تقليل مساحة سطح المادة بضغطها إلى حجم أقل (أي بزيادة كثافتها) بحيث تقل مساحة السطح .

ويمكن فهم الموضوع بالاستعانة بالشكل (3) الذي يبين كتلتين كرويتين ، إحداهما أكبر من الأخرى ، من مادة انشطارية ذات كثافة واحدة . يبدأ الانشطار بواسطة النترون الممثل بنقطة محاطة بدائرة صغيرة في الشكل . ولنفترض أن كل انشطار يكون مصحوبا بانبعاث ثلاثة نترونات ، بمعنى أنه مقابل كل نترون ينتزع (يمتص) فإن هنالك ثلاثة نترونات تحرر . وتمثل عملية إزالة نترون (أو انتزاعه) في الشكل برأس سهم ، لذلك فإن كل رأس سهم داخل الكرة يعني أن انشطاراً قد حدث وأن نترونات إضافية قد نتجت ، ويدل وجود رأس سهم خارج الكرة على أن نتروناً قد فقد (بالهرب من السطح) . ومن الواضح من الشكل (3) أن نسبة النترونات المفقودة إلى النترونات المولدة في حالة الكرة الصغيرة أكبر منها في حالة الكرة الكبيرة .



الشكل (3) : تأثير زيادة كتلة المادة الانشطارية على التقليل من النترونات المفقودة عن طريق الهرب

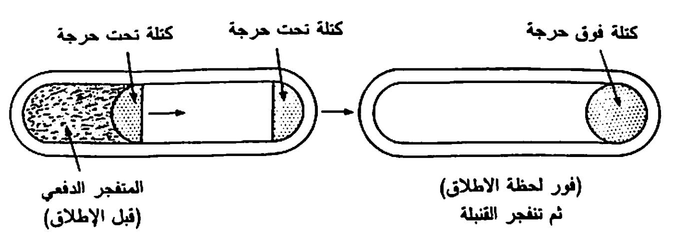
إذا كانت كمية نظير اليورانيوم الانشطاري (أو البلوتونيوم) من الكبر بحيث أن نسبة مساحة السطح إلى الكتلة كبيرة ، فإن الجزء المفقود من النترونات عن طريق الهرب يكون كبيراً جداً ، لدرجة أن انتشار التفاعل الانشطاري المتسلسل داخل الكتلة واحداث انفجار لن يكون ممكنا . ويقال لهذه الكمية من المادة أنها كمية « تحت حرجة » (Subcritical) . ومع ازدياد كتلة كمية اليورانيوم الانشطاري (أو البلوتونيوم) ، أو مع إنقاص حجم الكمية عن طريق الضغط ، فإن الجزء المفقود من النترونات عن طريق الهرب يصبح أقل ، فإننا نصل إلى نقطة يكون فيها التفاعل الانشطاري المتسلسل ذاتيا . ويطلق على كتلة اليورانيوم هذه اسم « الكتلة الحرجة » (Critical mass) للمادة الانشطارية تحت الظروف السائدة .

لكي يحدث الانفجار النووي في سلاح نووي ما ، يجب أن يحتوي السلاح على كمية كافية من اليورانيوم الانشطاري (أو البلوتونيوم) تزيد عن الكتلة الحرجة . وتعتمد الكتلة الحرجة في الواقع على عدة عوامل منها : شكل المادة الانشطارية ، تركيبها وضغطها وكثافتها ، وعلى وجود شوائب داخل المادة تكون قادرة على إزالة النترونات بتفاعل لا إنشطاري . ويمكن تقليل عدد النترونات الهاربة بإحاطة المادة الانشطارية بمادة « عاكسة » للنترونات ، وبالتالي يمكن تقليل مقدار الكتلة الحرجة . من ناحية أخرى ، فإن العناصر ذات الكثافة العالية التي تستخدم كعاكسات جيدة للنترونات عالية الطاقة تمثل عطالة (Inertia) تؤخر تمدد المادة المنفجرة . وهكذا فإن فعل العاكسات يشبه فعل المدَك (أو المرصّ) في عمليات التفجير المألوفة . وكنتيجة للخواص العاكسة للنترونات ولخواص العطالة والدك هذه ، فإن « المدكّات » (Tamper) تسمح باستخدام المادة الانشطارية داخل السلاح النووي بكفاءة أكبر .

3 ــ بلوغ الكتلة الحرجة في سلاح نووي :

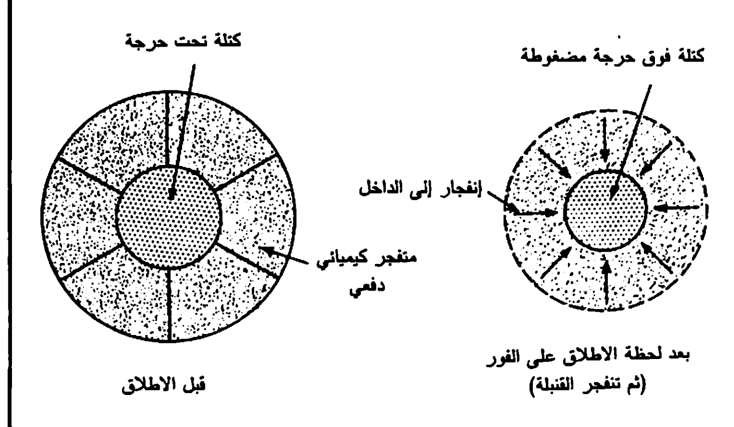
نتيجة لوجود نترونات طائشة في الجو أو لاحتمالية توليد النترونات بشتى الطرق ، فإن أية كتلة من اليورانيوم الانشطاري أو البلوتونيوم تزيد عن الكتلة الحرجة ستكون عرضة للانصهار أو حتى للانفجار بسبب التفاعل الانشطاري المتسلسل . لذلك فإنه يتحتم عدم وضع أية قطعة تزيد كتلتها عن الكتلة الحرجة في السلاح النووي قبل مرحلة التفجير . وللحصول على تفجير نووي فإنه يجب جعل الكتلة « فوق حرجة » (Super critical) ، أي أكبر من الكتلة الحرجة ، في وقت قصير بما يكفي لمنع حدوث ترتيب « تحت متفجر » (Subexplosive) يؤدي إلى ذوبان الكتلة وليس لانفجارها ، أي أنه يلزم الانتقال من حالة الكتلة تحت الحرجة إلى حالة الحرجة أو فوق الحرجة انتقالاً آنياً وبأقصى سرعة ممكنة .

وهناك طريقتان تتبعان لغاية الانتقال من الحالة تحت الحرجة إلى الحالة فوق الحرجة . توضع قطعتان (أو أكثر) من المواد الانشطارية ، في الطريقة الأولى ، كتلة أي منهما أقل من الكتلة الحرجة داخل السلاح في ترتيب يشبه ما سورة المدفع وتقربان بعضهما من بعض بسرعة كبيرة جداً لتكوِّنا الكتلة الحرجة لحظة الانفجار ، انظر الشكل (4) . ويتحقق تقريب



الشكل (4) : توضيح لمبدأ منظومة السلاح النووي التي تستخدم المتفجرات التقليدية لاطلاقها ونقلها من حالة الكتلة تحت الحرجة إلى حالة الكتلة فوق الحرجة في وضع ماسورة المدفع

الكتلتين بسرعة كبيرة باستخدام متفجر تقليدي (تي إن تي) بشكل يماثل صاعق التفجير في أنبوبة البندقية ، حيث يؤدي الدفع الناتج من انفجار الصاعق إلى دمج الكتلتين تحت الحرجتين في كتلة واحدة فوق حرجة بشكل آني . وأما في الطريقة الثانية فإنه يتم الوصول إلى حالة الكتلة الحرجة عن طريقة ضغط الكتلة تحت الحرجة من اليورانيوم أو البلوتونيوم بسرعة حيث تصبح الكتلة فوق حرجة وفقا لما تقدم . ويمكن الحصول على الضغط اللازم باستخدام ترتيب كروي لأشكال مصنوعة خصيصا لهذه الغاية (عدسات) من المتفجرات الاعتيادية الشديدة . ويوضع في تجويف وسط المنظومة كرة من المادة الانشطارية ذات كتلة أقل من الكتلة الحرجة ، وعند الرغبة بإجراء التفجير النووي تندفع العدسات بواسطة متفجرات اعتيادية توضع خلفها نحو المركز في نفس اللحظة ، مما يؤدي إلى إحداث ضغط شديد على الكرة الانشطارية ويعمل على نقلها إلى الحالة فوق الحرجة تمهيداً لبدء التفاعل الانشطاري المتسلسل . ويمكن الحصول على نفس موجة الضغط الكروية هذه باستخدام عدد كبير من النقاط على سطح الكرة الانشطارية واجراء التفجيرات الاعتيادية (صواعق) عندها في آن واحد . وتؤدي هذه الموجة الكروية إلى ضغط اليورانيوم أو البلوتونيوم الانشطاري إلى الحالة الحرجة ، انظر الشكل (5) . ويؤدي سقوط النترونات من مصدر ملائم على الكتلة الحرجة إلى البدء بالتفاعل الانشطاري المتسلسل .



الشكل (5) : توضيح لمبدأ التفجير النووي وفقا لطريقة المنظومة الكروية التي تعتمد على موجة الضغط الكروية للوصول الى حالة الكتلة الحرجة

4 ـ السُلّم الزمني للانفجار الانشطاري :

يمكن الوصول إلى فهم عميق لمعدل انطلاق الطاقة في انفجار انشطاري عن طريق معاملة الانشطار المتسلسل على انه « أجيال » (Generations) متعاقبة . لنفترض أن عدداً من النترونات كان موجوداً في لحظة البدء وأن هذا العدد قد تم انتزاعه من قبل نوى انشطارية ، بالطبع سوف ينتج عن انشطار هذه النوى عدداً جديداً من النترونات . ويتم انتزاع هذه النترونات الجديدة من قبل نوى انشطارية أخرى ، حيث تنشطر بدورها وتنتج عدداً آخر من النترونات ، وهكذا دواليك . يطلق على كل مرحلة من مراحل سلسلة الانشطارية اسم « جيل » ويعرف متوسط الزمن المنقضي بين جيلين متعاقبين باسم « زمن الجيل » (Generation time) . إن الزمن اللازم للانشطار الفعلي للنواة قصير جداً ويتم انبعاث الغالبية العظمى من النترونات بشكل لحظي . لذلك فإن زمن الجيل في واقع الأمر هو متوسط الزمن المنقضي بين انبعاث نترون من نواة منشطرة وانتزاعه من قبل نواة انشطارية أخرى . وإذا كانت طاقة النترونات عالية عموماً فإنها تعرف باسم « النترونات السريعة » (Fast neutrons) ، ويكون زمن الجيل مساويا لحوالي $0.01\ \mu s$ (0.01 ميكروثانية) .

ذكرنا سابقا أن بعض النترونات الناتجة عن الانشطار يضيع نتيجة للهرب من السطح وللتفاعلات النووية غير الانشطارية ، أي لا تؤدي جميع النترونات الناتجة إلى تفاعلات انشطارية جديدة . لنفترض أن f من النترونات ينتج عند انشطار نواة معينة وأن العدد المفقود من هذه النترونات في المتوسط هو l . إن عدد النترونات الباقية المتوفرة لاحداث انشطارات جديدة بالتالي يكون مساويا $(f-l)$. لنفترض أن N من النترونات كان موجوداً في لحظة ما ، عند انتزاع هذه النترونات من قبل نوى انشطارية فإن عدد النترونات الناتجة مع نهاية جيل واحد سيكون مساوياً لـ $N(f-l)$. وعليه فإن الزيادة في عدد النترونات لكل جيل تكون $N(f-l)$ ، أو $N(f-l-1)$. إن من الملائم تمثيل الكمية $(f-l-1)$ بالرمز x . وإذا كان زمن الجيل الواحد g فإن معدل ازدياد عدد النترونات dN/dt يعطي بالمعادلة

$$dN/dt = N\ x / g \quad (2)$$

وعند حل هذه المعادلة التفاضلية نجد أن :

$$N = N_o\ e^{xt/g} \quad (3)$$

حيث تمثل N_o عدد النترونات الموجودة في لحظة البدء وتمثل N عدد النترونات بعد مضي زمن t على لحظة البدء . ويمثل المقدار (t/g) عدد الأجيال المنقضية خلال الزمن t ، ويرمز له عادة بالرمز n ،

$$n = t/g \quad (4)$$

وبناء عليه يمكن اعادة كتابة المعادلة (3) على النحو الآتي :

$$N = N_o\ e^{xn} \quad (5)$$

وإذا كانت قيمة x معلومة فإنه يمكن استخدام المعادلة (5) لحساب عدد النترونات بعد أي عدد من الأجيال في التفاعل الانشطاري المتسلسل ، أو حساب عدد الأجيال اللازمة لتوليد عدد معين من النترونات . وتبلغ قيمة f لليورانيوم 235 حوالي 2.5 في حين تبلغ قيمة l حوالي 0.5 ، وبالتالي فإن قيمة x تكون حوالي واحد $(x=f-l-1\approx 1)$ ويمكن إعادة كتابة المعادلة (5) على النحو الآتي :

$$N\approx N_o e^{n} \quad (6)$$

وفقا للبيانات المدرجة في الجدول (2) فإنه يلزم 1.45×10^{22} من الانشطارات ، وبالتالي 1.45×10^{22} من النترونات ، لانتاج ما يكافئ 0.1 كيلوطن من الـ تي إن تي . إذا ما بدات عملية التفاعل الانشطاري المتسلسل بنترون واحد ، أي $N_o = 1$ ، فإن المعادلة (6) تفيد أنه يلزم حوالي 51 جيلاً لانتاج ذلك العدد من النترونات . وبنفس المنطق فإنه يلزم 58 جيلاً لانتاج الـ 1.45×10^{25} نترون اللازمة لاطلاق 100 كيلوطن من الطاقة . يتضح مما تقدم أن حوالي 99.9٪ من الطاقة في انفجار نووي انشطاري عيار 100 كيلوطن تنتج خلال الأجيال السبعة الأخيرة ، أي خلال حوالي $0.07\mu s$. ويتضح من هذا أن الجزء الأعظم من طاقة الانشطار ينطلق خلال زمن قصير جداً جداً . وتنطبق نفس النتيجة على أي قدر من طاقة الانفجار الانشطاري .

بعد 50 جيلاً تقريبا ، أي بعد حوالي نصف ميكروثانية $(0.5\mu s)$ ،من لحظة بدء الانفجار الانشطاري المتسلسل ، فإن مقداراً هائلاً من الطاقة يكون قد انطلق يبلغ حوالي 10^{11} سعرة حرارية ، مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة المادة المتفجرة بشكل كبير جداً . نتيجة لذلك ، وبالرغم من الفعل المهدئ للمدك ولحافظة السلاح النووي ، فإن المادة الانشطارية ستبدأ بالتمدد السريع . ويطلق على الزمن الذي يتم فيه هذا التمدد اسم « زمن الانفجار » (explosion fime) . ويؤدي التمدد الحراري هذا إلى زيادة عدد النترونات الهاربة من السطح ، وبالتالي إلى الانتقال إلى المرحلة تحت الحرجة للكتلة وتوقف التفاعل الانشاطري المتسلسل . ويظل جزء ليس بالقليل في المادة الانشطارية دون تغير ، كما تستمر الانشطارات نتيجة لانتزاع النترونات ، إلا ان كمية الطاقة المنطلقة في هذه المرحلة تكون قليلة نسبيا .

ولتلخيص ما تقدم ، يمكن القول أنه نظراً لانطلاق النترونات لحظة عملية الانشطار فإنه يمكن من حيث المبدأ الحصول على تفاعل انشطاري متسلسل مستمر ذاتياً (self-sustaining) ومصحوب بانطلاق كمية كبيرة من الطاقة . ونتيجة لذلك ، تتحول بضعة باوندات من مادة انشطارية إلى طاقة هائلة متحررة خلال جزء بسيط من الثانية تفوق الطاقة المتحررة من انفجار عدة آلاف الأطنان من مادة تي إن تي . هذا هو المبدأ الأساسي للأسلحة النووية الانشطارية .

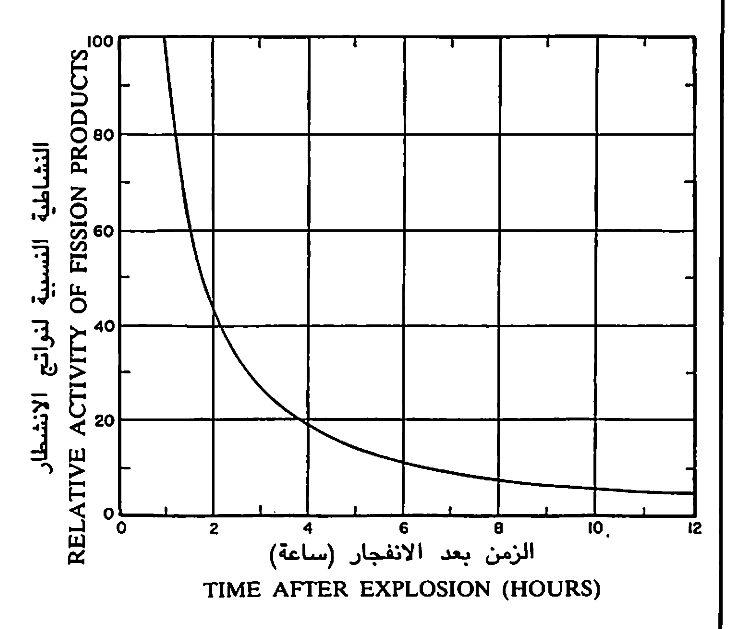
5 ــ نواتج الانشطار :

يتكون العديد من النوى نتيجة للانشطارات النووية لليورانيوم أو البلوتونيوم بسبب انتزاعها للنترونات ، ويطلق على النوى الناتجة هذه اسم شظايا الانشطار (fission fragments) . وهناك حوالي 40 طريقة مختلفة لانشطار نوى اليورانيوم والبلوتونيوم ، وبالتالي فإن عدد شظايا الانشطار يبلغ حوالي 80 . وتعتمد طبيعة شظايا الانشطار وتركيز كل منها على نوع المادة المنشطرة وعلى طاقة النترونات المسببة للانشطار . فتختلف شظايا الانشطار الناتجة عن انشطار مادة يورانيوم 238 عند قذفها بالنترونات ذات السرعة العالية جداً ، مثلاً ، عن شظايا الانشطار الناتجة عن انشطار مادة اليورانيوم 235 عند قذفها بنترونات اعتيادية (ذات سرعات مختلفة) .

وبغض النظر عن أصل شظايا الانشطار ، البالغة حوالي الـ 80 ، فإن جميع هذه الشظايا تكون من النظائر المشعة للعناصر الأخف المعروفة . ويتجسد النشاط الاشعاعي لهذه الشظايا عادة بانبعاث أشعة بيتا منها . وتكون أشعة بيتا مصحوبة في معظم الأحيان بانبعاث أشعة جاما ، التي تعمل على تخليص الشظية المشعة لها من الطاقة الزائدة لديها . وفي حالات قليلة لا تنبعث اشعة بيتا وإنما تنبعث اشعة جاما فقط .

نتيجة لانبعاث اشعة بيتا ، تتحول النواة المشعة إلى نواة عنصر آخر يطلق عليه أحيانا اسم ناتج الانحلال (decay product) . وفي حالة شظايا الانشطار ، تكون نواتج الانحلال عادة نشطة إشعاعيا أيضا ، حيث تقوم بدورها بالانحلال واشعاع جسيمات بيتا وأشعة جاما . ويوجد في المتوسط أربعة مراحل متعاقبة من الانحلال الإشعاعي لكل شظية انشطار قبل الوصول إلى حالة الاستقرار (أي تكوين نواة غير نشطة إشعاعيا) . نظراً لحدوث الانشطار بعدد كبير من الطرق المختلفة ولتعدد مراحل الانحلال الاشعاعي لشظايا الانشطار ، فإن خليط نواتج الانشطار يصبح في غاية التعقيد . ويستخدم مصطلح نواتج الانشطار (fission products) عادة ليدل على هذا الخليط المعقد من النواتج . وقد تم التعرف على أكثر من 300 نظير لـ 36 عنصر من العناصر الخفيفة ، بدءاً بالخارصين (Zinc) وانتهاء بالتربيوم (Terbium) ، ضمن نواتج الانشطار .

يُعبَّر عن معدل النشاط الاشعاعي لعنصر ما ، اي معدل انبعاث جسيمات بيتا وأشعة جاما من العنصر ، عادة بدلالة فترة « عمر النصف » (half-life) . ويقصد بفترة عمر النصف للعنصر الزمن اللازم لعدد من النوى من ذلك العنصر لكي ينحل نصفها بالاشعاع ، أي لكي ينقص عددها إلى النصف . ولكل نويدة (يقصد بالنويدة عينة نووية مكونة من عدد من نوى عنصر واحد) فترة عمر النصف الخاصة بها التي لا تعتمد على حالتها ولا على كميتها . وتتراوح قيم فترة عمر النصف لنواتج الانشطار بين جزء صغير من الثانية وملايين السنين . مع أن لكل نويدة من النويدات الموجودات ضمن نواتج الانشطار فترة عمر النصف الخاصة بها والمحددة ، إلا أن الخليط المتكون بعد الانفجار النووي يكون في غاية التعقيد لدرجة أنه من غير الممكن تمثيل الانحلال الكلي بدلالة عمر نصف . بالرغم من ذلك ، فقد وجد انه يمكن إيجاد التناقص في شدة الإشعاع الكلي لنواتج الانشطار بشكل تقريبي من المنحنى المبين في الشكل (6) . إن النشاط الإشعاعي الباقي بعدد مرور ساعة واحدة على لحظة التفجير قد أخذ مساويا لـ 100 في الشكل ، ويدل المنحنى على التناقص المتعاقب للنشاط الاشعاعي بمرور الزمن . فمثلاً نلاحظ أن نشاط نواتج الانشطار قد انخفض إلى 10٪ ، من قيمته عند الساعة الأولى بعد الانفجار ، بعد مضي 7 ساعات . وخلال يومين تقريبا يكون النشاط الاشعاعي قد انخفض إلى 1٪ من قيمته عند الساعة الأولى بعد الانفجار .



الشكل (6) :

معدل انحلال نواتج الانشطار المتكونة بعد انفجار نووي (لاحظ ان قيمة النشاط الاشعاعي قد افترضت انها 100 بعد مضي ساعة واحدة على لحظة الانفجار)

إضافة إلى جسيمات بيتا واشعة جاما ، هناك نوع آخر من النشاط الإشعاعي الباقي يجب التنبه له . ويعزى هذا النشاط الإشعاعي إلى المادة الانشطارية الباقية دون انشطار بعد الانفجار النووي . إذ إن اليورانيوم والبلوتونيوم الانشطاريين يكونان نشطان إشعاعيا ، وتتمثل إشعاعيتهما بانبعاث ما يعرف « بجسيمات ألفا » التي هي شكل من اشكال الاشعاع النووي لأنها منبعثة من النواة . إلا أن جسيمات الفا تختلف عن جسيمات بيتا المنبعثة من نواتج الإنشطار ، فجسيم ألفا أثقل بكثير من جسيم بيتا وشحنة جسيم الفا موجبة ومساوية في المقدار لضعف شحنة جسيم بيتا السالبة . وفي الواقع فإن جسيمات الفا مماثلة تماما لنوى ذرات الهيليوم .

نظراً للكتلة الكبيرة لجسيمات الفا ولشحنتها فإن قدرتها على الاختراق تكون اقل بكثير من قدرة جسيمات بيتا أو أشعة جاما التي لها نفس الطاقة . ويتراوح مدى اختراق جسيمات الفا الناتجة من المصادر المشعة للهواء بين 1 و 3 إنج قبل أن يتم توقفها . وليس بمقدورها اختراق الجلد (غير المجروح) ولا الملابس . لذلك فإن اليورانيوم (أو البلوتونيوم) الباقي بعد الانفجار النووي لا يشكل خطراً على الإنسان ما دام خارج الجسم . أما إذا دخل (اليورانيوم أو البلوتونيوم) جسم الإنسان عن طريق جروح في الجلد أو عن طريق الاستنشاق مثلاً فإن العواقب تكون وخيمة .

6 ــ التفاعلات الاندماجية النووية الحرارية :

يتم انتاج الطاقة في الشمس والنجوم من التفاعلات الاندماجية المتعلقة باندماج مختلف النوى الخفيفة . وقد أجريت تجارب في عدة مختبرات باستخدام مسارعات الجسيمات المشحونة برهنت على أن اندماج نظائر الهدروجين أمر ممكن . من المعروف ان الهدروجين يوجد بثلاثة أشكال في

الطبيعة كتلة النوى فيها 1 و 2 و 3 ، على الترتيب . وتعرف هذه الأشكال أو النظائر عادة بالهدروجين (^1H) والديتريوم (^2H أو D) والتريتيوم (^3H أو T) . وتحمل جميع هذه النوى شحنة موجبة واحدة في نواة كل منها ، أي تحمل بروتونا واحداً في النواة ، إلا أن الاختلاف بينها يكون مرده إلى عدد النترونات الموجودة في النواة . فالنظير الأخف (^1H) لا يحتوي على نترونات ، بينما تحتوى نواة الديتريوم (D) على نترون بجانب البروتون الموجود فيها وتحتوي نواة الترتيوم (T) على نترونين بجانب البروتون الموجود فيها .

هناك عدة تفاعلات اندماجية تحدث بين نظائر الهدروجين الثلاثة ، تتم بين نواتين من نفس النظير أو من نظيرين مختلفين . ويلزم أن تكون طاقة النوى عالية لكي يكون عدد المشارك منها في التفاعلات الاندماجية ملموسا . ومن الطرق المتبعة لزيادة طاقة هذه النوى هي زيادة درجة الحرارة إلى مستويات عالية جداً . وفي مثل هذه الظروف توصف التفاعلات بأنها تفاعلات نووية حرارية (thermonuclear reactions) .

ويبدو أن أربعة من التفاعلات النووية الحرارية بين نظائر الهدروجين تعد تفاعلات مهمة لانتاج الطاقة ، وذلك لأنها يمكن أن تتم بمعدلات عالية بما فيه الكفاية وعند درجات حرارة معقولة . هذه التفاعلات هي :

(7) $D+D\rightarrow {}^3He+n+2.2$ Mev

(8) $D+D\rightarrow T+{}^1H+4.0$ Mev

(9) $T+D\rightarrow {}^4He+n+17.6$ Mev

(10) $T+T\rightarrow {}^4He+2n+11.3$ Mev

حيث يرمز He إلى عنصر الهليوم و n إلى النترون . يحدث التفاعلات (7) و (8) من هذه التفاعلات بنفس الاحتمالية تقريباً ، وذلك عند درجات الحرارة المصاحبة للانفجارات النووية الانشطارية البالغة بضعة عشرات الملايين من درجات كلفن ، في حين أن للتفاعل (9) احتمالية حدوث أكبر بكثير وللتفاعل (10) احتمالية حدوث أقل بكثير . ولعقد مقارنة بين الطاقة الناتجة من التفاعلات الاندماجية والتفاعلات الانشطارية ، نلاحظ أن خمسة نوى ديتريوم في التفاعلات الثلاثة الأولى ، كتلتها مجتمعة 10 وحدات كتل ذرية ، تطلق ما مجموعه 24.8 Mev من الطاقة عند اندماجها . بينما يطلق اليورانيوم 235 ، الذي كتلته 235 وحدة كتل ذرية ، عند انشطاره ما مجموعه 200 Mev من الطاقة . من هنا فإن اندماج خمسة ديترونات ينتج ثلاثة أمثال الطاقة التي تنتجها كتلة نووية مماثلة في تفاعل انشطاري (عند انشطار اليورانيوم أو البلوتونيوم) .

من التفاعلات الاخرى ذات الأهمية في الاسلحة النووية الحرارية نجد التفاعل الاتي :

(11) ${}^6Li+n\rightarrow {}^4He+{}^3T+4.8$ Mev

حيث يرمز ^6Li إلى نظير عنصر الليثيوم 6 الذي يشكل حوالي 7.4٪ من الليثيوم الطبيعي . وهناك تفاعلات اندماجية أخرى يدخل فيها نظير الليثيوم 7 الموجود بوفرة أكثر في الطبيعة . إلا أن التفاعل المبين في المعادلة (11) يظل الأكثر أهمية لسببين هما : (1) احتمالية حدوثه كبيرة و (2) إذا وضع الليثيوم في السلاح على شكل مركب الليثيوم ديترايد (lithium deuteride) Lid فإن التريتيوم الناتج من التفاعل يكون له احتمالية تفاعل عالية مع الديتريوم الموجود في المركب . وهكذا يتم توليد كمية كبيرة من الطاقة نتيجة للتفاعل الموضح في المعادلة (9) وانتاج نترونات إضافية للتفاعل مع الليثيوم 6 .

يلزم درجات حرارة تبلغ عشرات الملايين من الدرجات لجعل التفاعلات النووية الاندماجية تتم بالمعادلات المطلوبة . والطريقة الوحيدة الممكن تحقيقها على الأرض للوصول إلى هذه الدرجات هي التفاعل النووي الانشطاري . لذلك ، فإن ربط كمية من الديتريوم أو الليثيوم وتزايد (أو خليط من الديتريوم والتريتيوم) إلى سلاح نووي انشطاري يؤدي إلى بدء التفاعلات النووية الحرارية الاندماجية المذكورة أعلاه . وإذا أحيطت هذه المجموعة من التفاعلات بحجم من الهدروجين (أو من نظائره) وانتشرت الطاقة الحرارية خلال الحجم بسرعة فإن انفجاراً نووياً حرارياً يحصل .

نلاحظ من المعادلات (7) و (9) و (10) أن التفاعلات المبينة فيها تؤدي إلى توليد النترونات . ونظراً لصغر كتلة النترونات هذه فإنها تحمل معها طاقة التفاعل ، ولذلك يكون لديها طاقة كافية لشطر نوى اليورانيوم 238 ، إذ أن هذه النوى تحتاج لنترونات عالية الطاقة لكي تنشطر كما تقدم . من هنا فإن تغليف القنبلة النووية الحرارية الاندماجية بغلاف من اليورانيوم 238 يؤدي إلى انتاج تفجير نووي هائل ، حيث يستفاد من النترونات الناتجة من التفاعلات الاندماجية في إحداث تفاعلات انشطارية في نوى اليورانيوم 238 الموجودة في مادة الغلاف . ويكون انطلاق الطاقة من التفاعلات الانشطارية ، في المتوسط ، مساويا تقريبا انطلاق الطاقة من التفاعلات الاندماجية ، مع أنه قد يوجد بعض التفاوت في بعض الحالات . ففي الأسلحة النووية الانشطارية « المقوّاة » (boosted) تعزز النترونات الناتجة من التفاعلات النووية الحرارية عمليات الانشطار ، مما يجعل الطاقة المتحررة من التفاعلات الاندماجية النووية الحرارية تشكل جزءاً بسيطا من ناتج الطاقة الكلي .

7 ــ الاشعاع الحراري :

تعزى الظواهر المرتبطة مع التفجير النووي وتأثيراته على الناس والمواد بشكل كبير إلى الإشعاع الحراري وتفاعله مع الوسط المحيط بالانفجار . لذلك فإنه من الأهمية بمكان معرفة طبيعة هذه الإشعاعات . تُعدُّ الاشعاعات الحرارية من « الأمواج الكهرمغناطسية » ، التي هي شكل من أشكال الحركة الموجية تنتج عن الشحنات الكهربائية المهتزة والمجالات المغناطيسية المصاحبة للاهتزاز . يعد الضوء المرئي العادي اكثر أنواع الأمواج الكهرمغناطيسية شيوعا ، وتنتقل الاشعاعات الكهرمغناطيسية جميعا بسرعة في الهواء (أوْ في الفراغ بتعبير ادق) ثابتة تعرف باسم سرعة الضوء وتساوي 186٫000 ميل في الثانية . وتمتد الإشعاعات الكهرمغناطيسية من أشعة جاما ذات الأمواج القصيرة جداً (أو التردد العالي جداً) والأشعة السينية مروراً بالأشعة فوق البنفسجية غير المرئية إلى المنطقة المرئية ثم إلى الأشعة تحت الحمراء وأمواج الرادار والراديو ذات الأمواج الطويلة نسبيا (أو التردد المنخفض) .

يبين الشكل (7) الأطوال الموجبة التقريبية وحزم الترددات التي تشغلها الأنواع المختلفة من الإشعاعات الكهرمغناطيسية . ويرتبط الطول الموجي L مقاسا بالسنتمترات مع التردد f مقاسا بالهرتز (أي الدورات أو الذبذبات لكل ثانية) بالعلاقة الآتية :

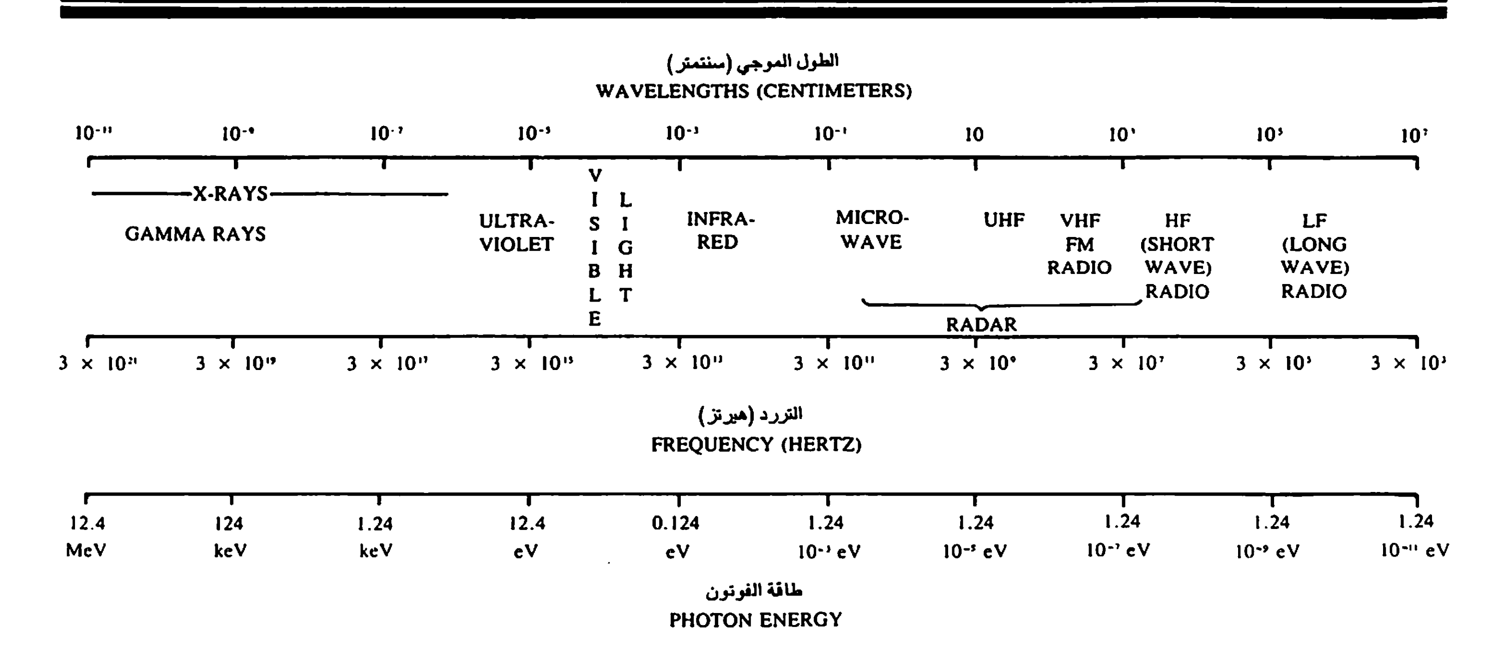
(12) $$Lf = c$$

حيث تمثل c سرعة الضوء والتي تبلغ تقريبا 3×10^{10} سنتمتر لكل ثانية . وتعطي الطاقة E التي يحملها الفوتون (الجسيم الافتراضي للاشعاع) وفقا لنظرية بلانك (Planck) في فيزياء الكم بالمعادلة :

(13) $$E(ergs) = hf = \frac{hc}{L} = \frac{1.99\times10^{-16}}{L(cm)}$$

حيث h ثابت يساوي 6.62×10^{-27} إرغ ثانية . ويبين الشكل (7) قيم الطاقة لمختلفة الفوتونات معبر عنها بوحدات مليون الكترون فولت (MeV) أوالف الكترون فولت (KeV) أو بالالكترون فولت (eV) . ويمكن إيجاد قيم الطاقة هذه من المعادلة (13) بعد تحويل وحدات الطاقة من إرغ إلى MeV كما في المعادلة الآتية :

(14) $$E(Mev) = \frac{1.24\times10^{-10}}{L\ (cm)}$$



الشكل (7) : الاطوال الموجية والترددات وطاقة الفوتونات للاشعاعات الكهرمغناطيسية

ونلاحظ أن طاقة الإشعاعات تتناقص من اليسار إلى اليمن في الشكل ، أي انه كلما زاد الطول الموجي فإن التردد ينقص .

تُعطى كثافة طاقة الاشعاع (الحراري) للمادة عند درجة حرارة معينة T في حالة الاتزان بالمعادلة الآتية :

(15) E (الإشعاع) $=7.6\times10^{-15}\ T^4\ erg/cm^3$

وتكون كثافة طاقة الاشعاع في الانفجارات الكيميائية التقليدية ، التي تتم عند حرارة حوالي 5,000°K ، اقل من $1erg/cm^3$ مقارنة مع الطاقة الحركية والطاقة الداخلية (الالكترونية والاهتزازية والدورانية) للمادة والتي تبلغ حوالي $10^8erg/cm^3$. لذلك فإن طاقة الاشعاع في الانفجارات الكيميائية تكون صغيرة جداً جداً مقارنة مع الطاقة الكلية لها . أما في الانفجارات النووية ، حيث تصل درجة الحرارة إلى بضعة عشرات الملايين من الدرجات ، فإن كثافة طاقة الإشعاع تكون حوالي $10^{16}erg/cm^3$ مقارنة مع الطاقة الحركية والطاقة الداخلية للمادة والتي تبلغ من 10^{14} إلى $10^{15}erg/cm^3$. ويقدر الجزء الموجود على شكل طاقة إشعاع حراري في بداية الانفجار النووي بحوالي 80٪ من الطاقة الكلية للانفجار .

إضافة إلى ازدياد كثافة طاقة الإشعاع بازدياد درجة الحرارة ، فإن معدل انبعاث الاشعاع الحراري يزداد أيضا بازدياد درجة الحرارة . إذ تنبعث الاشعاعات من المواد التي درجة حرارتها بضعة آلاف الدرجات ببطء ويكون معظم المنبعث منها في مناطق الأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء من مناطق الطيف الكهرمغناطيسي ، الشكل (7) . أما عند درجة حرارة الانفجار النووي ، فإن الاشعاعات تنبعث بسرعة كبيرة جداً ويكون معظمها في المنطقة التي طول موجتها اقصر من طول موجة الأشعة فوق البنفسجية .

عند انفجار سلاح نووي ، يتم الوصول إلى الاتزان الحراري بسرعة في المادة الباقية ، وخلال حوالي ميكروثانية واحدة بعد الانفجار يكون حوالي 80٪ من طاقة الانفجار قد انبعث كإشعاع حراري ابتدائي ، ويتكون معظم هذا الإشعاع من اشعة « سينية طرية » (soft X-rays) (أي أشعة سينية طويلة الموجة منخفضة الطاقة). أما الجزء الباقي من طاقة الانفجار فإنه يظهر على شكل طاقة حركة للحطام الباقي من السلاح في هذه اللحظة . ويتغير تفاعل الاشعاع الحراري الابتدائي وجسيمات الحطام مع الوسط المحيط بالانفجار بتغير ارتفاع نقطة الانفجار ، ويحدد الارتفاع كذلك انقسام الطاقة بين الاشعاع الحراري المنقول إلى المسافات البعيدة وموجة الصدمة .

عند حدوث الانفجار النووي في الهواء ، حيث تكون قيمتا الضغط الجوي والكثافة للهواء مماثلة لقيمتيهما عند سطح البحر ، فإن جميع الأشعة السينية الطرية المنبعثة ضمن الاشعاع الحراري الابتدائي يتم امتصاصها خلال بضعة اقدام من نقطة الانفجار . ويقوم الجزء الأكبر من طاقة الإشعاع الحراري الابتدائي بتسخين الهواء المحيط بالانفجار النووي على الفور وإلى تكوين كرة النار . وبالتالي فإن جزءاً من الطاقة يعاد إشعاعه ثانية من كرة النار عند درجات حرارة اقل ، في حين يتحول الجزء الآخر إلى صدمة (أو انفجار) . ويفسر هذا لماذا ينتقل 35٪ إلى 45٪ فقط من طاقة الانشطار ، لتفجير هوائي ، على شكل إشعاع حراري إلى مسافات بعيدة ، مع أن الإشعاع الحراري الابتدائي يمثل من 70٪ إلى 80٪ من الطاقة الكلية للانفجار . من ناحية أخرى فإن انبعاث الاشعاع الحراري الثانوي عند درجات حرارة اقل يعني أن هذا الاشعاع يقع في المناطق ذات الأمواج الأطول (أو الطاقة الأقل) ، أي في مناطق الأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء .

أما إذا حدث الانفجار على ارتفاعات عالية ، حيث تكون كثافة الهواء قليلة ، فإن الأشعة السينية الطرية تنتقل إلى مسافات بعيدة قبل أن تتضاءل شدتها ويتم امتصاصها .

وهكذا تنتشر الطاقة عبر حجم كبير (وكتلة كبيرة) لدرجة أن معظم الذرات والجزيئات في الهواء لا تكون ساخنة جداً لعدم امتصاصها لطاقة كبيرة . وعلى الرغم من أن الطاقة الكلية المنبعثة على شكل إشعاع حراري في التفجير على ارتفاع عالٍ تكون أكبر من تلك المنبعثة عندما يتم التفجير على ارتفاع أقرب إلى سطح البحر ، فإن حوالي نصف الطاقة يعاد اشعاعه ببطء شديد بواسطة الهواء المسخّن مما يقلل من اهمية هذه الاشعاعات كمصدر لإحداث الدمار . ويتم انبعاث الطاقة الباقية بسرعة كبيرة تفوق سرعة انبعاث مثيلتها في الانفجار على ارتفاع أقرب إلى سطح البحر . وتتولد موجة الصدمة نتيجة الانفجار على ارتفاع عالٍ ولكنها تنتج زيادة اقل في ضغط الهواء عند مسافات بعيدة مقارنة مع الزيادة في ضغط الهواء الناتجة عن موجة الصدمة لانفجار على ارتفاع أقرب إلى سطح البحر له نفس العيار .

الذرة والتنمية : فهرس المجلدين الأول والثاني 1990/1989

الصفحة	العدد	المجلد	التاريخ	الموضوع
1	1	1	آب 1989	الذرة مصدر للطاقة
1	1	1	آب 1989	الهيئة العربية للطاقة الذرية ... لماذا ؟
3	1	1	آب 1989	آراء حول الطاقة الذرية
3	1	1	آب 1989	نشاطات المدير العام
4	1	1	آب 1989	الاستخدام السلمي للطاقة الذرية (اخبار)
4	1	1	آب 1989	الهيئة العربية للطاقة الذرية (اخبار)
1	2	1	أيلول 1989	الذرة والأمن الغذائي :
1	2	1	أيلول 1989	الهيئة العربية للطاقة الذرية واهمية العمل العلمي العربي المشترك
4	2	1	أيلول 1989	الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية (اخبار)
4	2	1	أيلول 1989	الهيئة العربية للطاقة الذرية (اخبار)
1	3	1	تشرين أول 1989	الذرة والتنمية الصناعية
1	3	1	تشرين أول 1989	الأمة العربية والتحديات الحضارية الراهنة ودور العلم
4	3	1	تشرين أول 1989	الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية (اخبار)
4	3	1	تشرين أول 1989	الهيئة العربية للطاقة الذرية (اخبار)
1	4	1	تشرين ثاني 1989	الذرة وصحة الإنسان
1	4	1	تشرين ثاني 1989	التهديد النووي الصهيوني والموقف العربي المطلوب
2	4	1	تشرين ثاني 1989	الطاقة الذرية والبيئة
4	4	1	تشرين ثاني 1989	الهيئة العربية للطاقة الذرية (اخبار)
1	5	1	كانون أول 1989	المفاعل النووي
1	5	1	كانون أول 1989	الموازنة بين اهتمام العالم بالبيئة وحاجته إلى الطاقة
1	1	2	كانون ثاني 1990	المفاعل المولّد السريع
1	1	2	كانون ثاني 1990	اهمية شبكة الرصد الإشعاعي على مستوى الوطن العربي
3	1	2	كانون ثاني 1990	الطاقة النووية وظاهرة البيت الأخضر
4	1	2	كانون ثاني 1990	الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية (اخبار)
4	1	2	كانون ثاني 1990	الهيئة العربية للطاقة الذرية (اخبار)
1	2	2	شباط 1990	مفاعل الاندماج النووي
1	2	2	شباط 1990	الطاقة والمستقبل في ضوء مؤشرات مؤتمر الطاقة العالمي الرابع عشر المنعقد في كندـ أيلول 1989 .
1	3	2	اذار 1990	مستقبل الطاقة النووية عالميا (القسم الأول)
1	3	2	اذار 1990	الوكالة الدولية للطاقة الذرية والعمل العربي المطلوب
4	3	2	اذار 1990	اخبار الهيئة
4	3	2	اذار 1990	آراء في الطاقة النووية
4	3	2	اذار 1990	اخبار الطاقة عالميا
1	4	2	نيسان 1990	الطاقة النووية عالميا ... الواقع والتوقعات (القسم الثاني)
1	4	2	نيسان 1990	مصادر الطاقة والمستقبل
4	4	2	نيسان 1990	اخبار الهيئة العربية للطاقة الذرية
4	4	2	نيسان 1990	نشاطات المدير العام
4	4	2	نيسان 1990	اخبار الطاقة الذرية في العالم

لصفحة	العدد	المجلد	التاريخ	الموضوع
1	5	2	أيار 1990	الطاقة النووية عالميا ... الواقع والتوقعات (القسم الثالث)
1	5	2	أيار 1990	انشطة الدول الاعضاء في مجال الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية : معهد بحوث الطاقة الذرية في المملكة العربية السعودية
4	5	2	أيار 1990	اخبار الطاقة في العالم
1	6	2	حزيران 1990	تطور تقانة المفاعلات النووية عبر مراحل استخدامها (القسم الأول)
1	6	2	حزيران 1990	نافذة على العالم : الرصد الإشعاعي في المانيا الإتحادية
4	6	2	حزيران 1990	اخبار الهيئة
1	7	2	تموز 1990	تطور تقانة المفاعلات النووية عبر مراحل استخدامها (القسم الثاني)
1	7	2	تموز 1990	الاهتمام بعلوم المواد وتقاناتها ضرورة صناعية وحضارية
4	7	2	تموز 1990	اخبار عالمية
4_1	9+8	2	آب 1990 أيلول 1990	الطاقة النووية وظاهرة البيت الأخضر (البيت الزجاجي) : (العددان 8 و 9 خاصان بالبيئة)
1	10	2	تشرين أول 1990	تطور تقانة المفاعلات النووية عبر مراحل استخدامها (القسم الثالث)
1	10	2	تشرين أول 1990	انشطة الدول الاعضاء في مجال الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية : هيئة الطاقة الذرية السورية
3	10	2	تشرين أول 1990	المطبوعات والدوريات الصادرة عن هيئة الطاقة الذرية السورية
4	10	2	تشرين أول 1990	اخبار الهيئة العربية للطاقة الذرية
4	10	2	تشرين أول 1990	اخبار العالم
1	11	2	تشرين ثاني 1990	تأثيرات الاسلحة النووية : مبادىء الانفجارات النووية
1	11	2	تشرين ثاني 1990	استمرار الخطر النووي الاسرائيلي على الأمن القومي العربي
7	11	2	تشرين ثاني 1990	صدور الكتاب الأحمر لليورانيوم
8	11	2	تشرين ثاني 1990	الذرة والتنمية في إطارها الجديد
8	11	2	تشرين ثاني 1990	أخبار العالم
8	11	2	تشرين ثاني 1990	أخبار الهيئة
1	12	2	كانون الأول 1990	تأثيرات الاسلحة النووية : الأسس العلمية للتفجيرات النووية
7	12	2	كانون الأول 1990	الذرة والتنمية : فهرس المجلدين الاول والثاني 1990/1989
8	12	2	كانون الأول 1990	أخبار الهيئة

أخبار الهيئة

1 ـ الشبكة القومية للرصد الإشعاعي والانذار المبكر :

قامت الهيئة العربية للطاقة الذرية بتنفيذ المرحلة الاولى من مشروعها رقم (17) لعام 1990 الخاص بانشاء الشبكة القومية للرصد الاشعاعي والانذار المبكر. ويأتي هذا المشروع استجابة من الهيئة لدورها القومي في حماية الوطن العربي من اخطار الحوادث والتفجيرات النووية، اذ شكلت الهيئة فريق عمل من المختصين وكلفته بوضع دراسة جدوى واسلوب التنفيذ اللازمين لانشاء الشبكة القومية للرصد الاشعاعي والانذار المبكر. وتهدف هذه الشبكة الى مراقبة مستويات الخلفية الاشعاعية في اقطار الوطن العربي كافة، ورصد أي تغيير غير اعتيادي فيها، وانذار الجهات صاحبة القرار في الاقطاعر العربية في وقت مبكر لتمكينها من اتخاذ الاجراءات الملائمة لمواجهة اخطار الاشعاعات النووية الضارة، التي قد تنشأ نتيجة لتفجير نووي أو نتيجة لحادث نووي في احدى محطات توليد الطاقة الكهربائية، التي تعمل بالطاقة النووية، والمنتشرة في العديد من دول العالم الان. وأقرب مثال لازال عالقا في الاذهان هو الحادثة النووية التي وقعت في مفاعل تشرنوبل في الاتحاد السوفيتي عام 1986 وأدت الى انتشار المواد النووية المشعة إلى معظم اقطار العالم.

وقد عقد فريق العمل أول اجتماع له في عمان ـ المملكة الاردنية الهاشمية للمدة 22-1990/12/25 ووضع دراسة الجدوى والخطوات اللازمة لتنفيذ مشروع الشبكة القومية للرصد الاشعاعي والانذار المبكر. وتقوم الهيئة العربية للطاقة الذرية بالتعاون مع الاقطار العربية ووكالة الطاقة الذرية الدولية بمتابعة تنفيذ المشروع. وستبدأ الهيئة في المرحلة التمهيدية من المشروع بقياس مستويات الخلفية الاشعاعية لاقطار الوطن العربي بقصد الرجوع إليها في المراحل اللاحقة من المشروع. ويتوقع أن يستغرق تنفيذ مراحل المشروع كافة أربعة أعوام تنتهي عام 1994.

2 ـ نظم الوقاية من الإشعاع والمعايير المتبعة عالميا :

انسجاما مع دور الهيئة العربية للطاقة الذرية في تدريب القوى البشرية العربية وتأهيلها في موضوع الوقاية من الاشعاع، فقد عقدت الهيئة حلقة دراسية حول نظم الوقاية من الاشعاع والمعايير المتبعة عالميا في عمان / المملكة الاردنية الهاشمية للمدة 26-1990/12/30.

وتأتي هذه الحلقة تنفيذا للمشروع رقم 10 من مشاريع الهيئة للعام 1990. وتم في الحلقة مناقشة خمس عشرة ورقة عمل تتعلق بالجوانب المختلفة لنظم الوقاية من الاشعاعات النووية المؤينة. وقد شارك في الحلقة أربعون مختصا من اقطار الوطن العربي. وستقوم الهيئة بطباعة أوراق العمل المقدمة في الحلقة في كتاب خاص وتوزعه على الاقطار العربية للاستفادة منه في وضع التشريعات الخاصة بنظم الوقاية من الاشعاع.

3 ـ المؤتمر العربي الاول للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية :

ضمن جهود الهيئة العربية للطاقة الذرية في نقل العلوم والتقانة النووية وتطبيقاتها السلمية الى اقطار الوطن العربي، تنظم الهيئة بالتعاون مع مؤسسة الطاقة الذرية الليبية المؤتمر العربي الاول للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية في طرابلس للمدة 2-1991/2/6، وذلك من خلال أحد مشاريعها في خطتها الخمسية 1990-1994. وسيشارك في المؤتمر اكثر من مائة عالم وباحث من العاملين في المجالات النووية، يناقشون بحوثا في استخدامات النظائر المشعة في الطب والزراعة والغذاء والكشف عن المياه الجوفية وبحوثا في تقنيات المفاعلات النووية والبيئة، اضافة الى بحوث في العلوم النووية الاساسية.

4 ـ الهيئة تنتقل إلى مقرها الجديد :

منذ مباشرة الهيئة العربية لمهامها عام 1989 كان مقرها هو نفس مقر الامانة العامة لجامعة الدول العربية الموجود في 37، شارع خير الدين باشا. ومع انتقال الامانة العامة للجامعة من تونس، فقد انتقلت الهيئة إلى مقر جديد يقع في 22، شارع افريقيا في مدينة تونس.

الذرة والتنمية

نشرة علمية اعلامية تصدرها الهيئة العربية للطاقة الذرية تعنى بالتطبيقات السلمية للطاقة الذرية .

المراسلات :

22، شارع افريقيا ـ المنزه الخامس ـ ص.ب. 402

1004 تونس ـ الجمهورية التونسية

هاتف : 238.137 ـ 237.311 ـ 230.102

حسن يوسف الحويشي